

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11144870 A**(43) Date of publication of application: **28 . 05 . 99**

(51) Int. Cl.

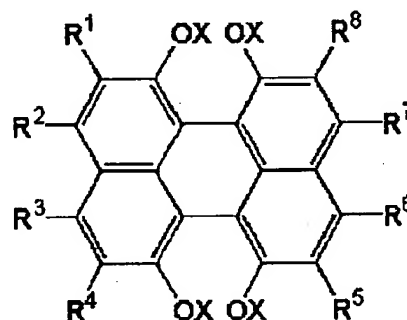
**H05B 33/14
C09K 11/06**(21) Application number: **09304207**(22) Date of filing: **06 . 11 . 97**(71) Applicant: **NEC CORP**(72) Inventor:
**AZUMAGUCHI TATSU
ODA ATSUSHI
SUZUKI TOSHIYASU
TANAKA TAIZO**(54) **ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL(electroluminescent) element emitting highly bright and highly pure red-color luminescence.

SOLUTION: At least one organic thin layer contains a perylene compound having the formula is mixed with an ordinary luminescent material as the constituent material of an organic electroluminescent layer of this organic EL element. In the formula, R^1 - R^8 independently stand for hydrogen atom, a halogen atom, hydroxyl group, a substituted or non-substituted amino group, nitro group, cyano group, a substituted or non-substituted alkyl, a substituted or non-substituted alkenyl, a substituted or non-substituted cycloalkyl, a substituted or non-substituted alkoxyl, a substituted or non-substituted aromatic hydrocarbon group, a substituted or non-substituted aralkyl group, a substituted or non-substituted aryloxy group, a substituted or non-substituted alkoxycarbonyl group, carboxyl group; X for a substituted or non-substituted alkyl or others.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-144870 ✓

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

B

C 0 9 K 11/06

C 0 9 K 11/06

Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平9-304207

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 東口 達

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 小田 敦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 鈴木 敏泰

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 天野 広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセント素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度、高色純度な赤色発光有機EL素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子の発光層の構成材料として、一般式(1)(式中、R1~R8はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシ基を表す。Xは置換若しくは無置換のアルキル基その他を表す。)で示されるペリレン化合物と通常の発光材料とを混合して用いる。

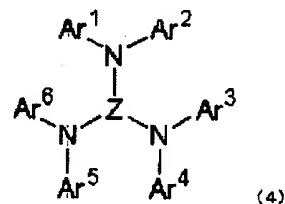
【化1】

【化3】

$$\begin{array}{c} \text{Ar}^1 \\ \diagdown \\ \text{N} - \text{Y} - \text{N} \\ \diagup \\ \text{Ar}^2 \end{array} \begin{array}{c} \text{Ar}^3 \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{Ar}^4 \end{array} \quad (3)$$

(式中、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。Yは置換若しくは無置換のアリーレン基を表す。 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成していてもよい。)で表される芳香族ジアミン化合物との混合物で構成されることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

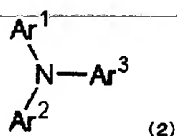
【化4】



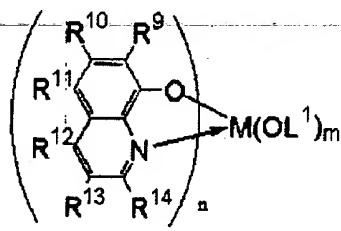
【請求項 5】 前記発光層が、前記一般式（1）で示されるペリレン化合物と、一般式（5）：

【化5】

【化2】



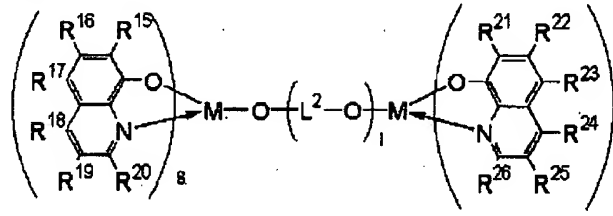
【請求項 3】 前記発光層が、前記一般式（1）で示されるペリレン化合物と、一般式（3）：



(式中、 $R^9 \sim R^{14}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無

3

置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシ基を表す。 $R^9 \sim R^{14}$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成していてもよい。 L^1 は置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基を表す。 n は1乃至3の範囲の



(6)

(式中、 $R^{15} \sim R^{26}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシ基を表す。 $R^{15} \sim R^{26}$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成していてもよい。 L^2 は置換若しくは無置換のアルキレン基、置換若しくは無置換のアルケニレン基、置換若しくは無置換のシクロアルキレン基、置換若しくは無置換のアリーレン基、置換若しくは無置換のアラルキレン基を表す。 1 は0又は1の何れかの整数である。 s は1又は2の何れかの整数である。 M は $(s+1)$ 価の金属イオンを表す。)で表されるオキシム金属錯体化合物との混合物により構成されることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、平面光源や表示素子に利用される赤色発光有機エレクトロルミネッセント素子(以下、有機エレクトロルミネッセント素子を単に「有機EL素子」と呼ぶ)に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エレクトロルミネッセント素子は、自発光型の平面型表示素子としての用途が有望視されている。エレクトロルミネッセント素子の中でも有機物質を用いた有機EL素子は、無機EL素子とは異なり、交流駆動かつ高電圧が必要といった制約がなく、また、有機化合物の多様性により、多色化が容易であると考えられることから、フルカラーディスプレイなどへの応用が期

4

任意の整数であり、 m は0乃至2の範囲の任意の整数である。 M は $(n+m)$ 価の金属イオンを表す。)で表されるオキシム金属錯体化合物との混合物により構成されることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 前記発光層が、前記一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(6)：

【化6】

待され、盛んに開発が行われている。

【0003】有機EL素子をフルカラーディスプレイに適用する場合、3原色である赤色、緑色、青色の3色の発光を得る必要がある。緑色発光は非常に多くの例が報告されており、例えば、緑色素子としては、8-キノリノールのアルミニウム錯体を用いた素子(アプライド・フィジックス・レターズ(Applied Physics Letters)、51巻、913頁、1987年参照)、ジアリールアミン誘導体を用いた素子(特開平8-53397号公報参照)などが報告されている。

【0004】青色発光素子も、スチルベン系化合物を用いた素子(特開平5-295359号公報参照)、トリアリールアミン誘導体を用いた素子(特開平7-53955号公報参照)、テトラアリールジアミン誘導体を用いた素子(特開平8-48656号公報参照)、スチリル化ビフェニル化合物を用いた素子(特開平6-132080号公報参照)など、数多くの報告例がある。

【0005】赤色発光の得られる有機EL素子については、特開平3-152897号公報では、青色発光を蛍光色素層において波長変換することにより、特開平7-272854号公報、特開平7-288184号公報又は特開平8-286033号公報では、緑色や青色の発光が得られる発光層に赤色蛍光色素をドーピングすることにより赤色発光を得ているが、いずれも輝度、色純度の面で十分とは言えない。また、特開平3-791号公報では、ペリレン化合物を単独で発光層に用いた有機EL素子を開示しているが、赤色発光として十分な色純度は得られておらず、実用に供するには、さらなる改良が必要である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、赤色発光が得られる有機EL素子は、現在まで実用上十分な性能を持ったものが得られていない。本発明は、この点に鑑みてなされたものであり、発光輝度が大きく、色純

度、使用時の安定性に優れた赤色発光有機EL素子を提供することを目的とする。

【0007】

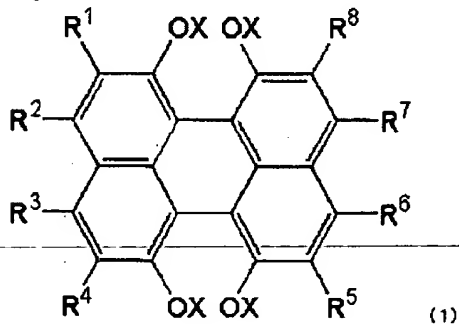
【課題を解決するための手段】本発明者らは、発光輝度が大きく、色純度、使用時の安定性に優れた赤色発光有機EL素子の構成を見出すべく実験及び研究を重ねた結果、特定のペリレン化合物を有機EL素子に用いることにより、これらの要件を満たした赤色発光有機EL素子が得られることを見出し、本発明に至った。

【0008】また、前記ペリレン化合物を、特定の芳香族炭化水素あるいは芳香族複素環を置換基にもつ芳香族アミン化合物、芳香族ジアミン化合物または芳香族トリアミン化合物と混合して用いた場合に、特に優れた特性を有する赤色発光有機EL素子が得られることを見出し、本発明に至った。また、前記ペリレン化合物を特定のオキシム金属錯体材料と混合して用いた場合に、特に優れた特性を有する赤色発光有機EL素子が得られることを見出し、本発明に至った。

【0009】本発明のうち、請求項1は、陰極と、陽極と、これらの陰極と陽極との間に発光層を含む少なくとも一層の有機薄膜層とを有する有機エレクトロルミネッセント素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層が、一般式(1)：

【0010】

【化7】



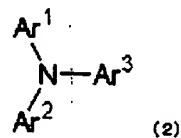
【0011】(式中、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^8$ は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい。Xは置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換

若しくは無置換のアラルキル基を表す。)で示されるペリレン化合物を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子を提供する。

【0012】請求項2は、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が、一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(2)：

【0013】

【化8】

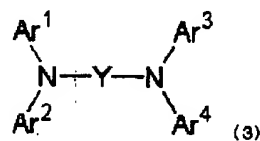


【0014】(式中、 $Ar^1 \sim Ar^3$ はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。 $Ar^1 \sim Ar^3$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい)で表される芳香族アミン化合物との混合物により構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【0015】請求項3は、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が、一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(3)：

【0016】

【化9】

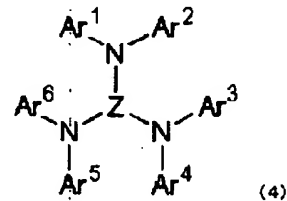


【0017】(式中、 $Ar^1 \sim Ar^4$ はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。 $Ar^1 \sim Ar^4$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい。Yは置換若しくは無置換のアリーレン基を表す。)で表される芳香族ジアミン化合物との混合物により構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【0018】請求項4は、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が、一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(4)：

【0019】

【化10】



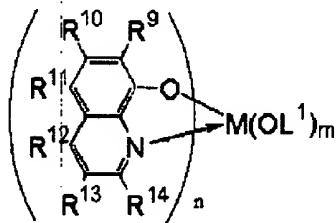
7

【0020】(式中、 $Ar^1 \sim Ar^6$ はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。 $Ar^1 \sim Ar^6$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい。Zは3価の置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、または、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。)で表される芳香族トリアミン化合物との混合物で構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【0021】請求項5は、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が、一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(5)：

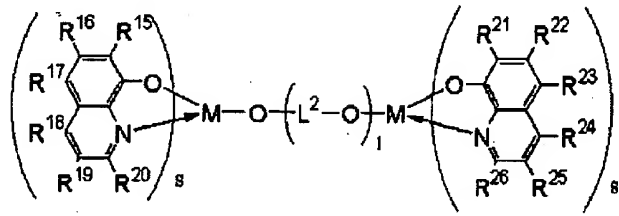
【0022】

【化11】



(5)

【0023】(式中、 $R^9 \sim R^{14}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無



(6)

【0026】(式中、 $R^{15} \sim R^{26}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。 $R^{15} \sim R^{26}$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい。 L^2 は置換若しくは無置換のアルレン基、置換若しくは無置換のアルケニレン基、置換若しくは無置換のシクロアルケレン基、置換若しくは無置換の2価の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の2価の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキレン基を表す。 l は0又は1の何れかの整数である。 s は1又は2の何れかの整数である。 M は($s+1$)価の金属イオンを表す。)で表されるオキシム金属錯体化合物との混合物により構成されることを特徴とする有機エ

8

置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。 $R^9 \sim R^{14}$ が持つ置換基は、それらのうちの任意の2つで環を形成するものであってもよい。 L^1 は置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基を表す。 n は1乃至3のうちの任意の整数であり、 m は0乃至2の範囲の任意の整数である。 M は($n+m$)価の金属イオンを表す。)で表されるオキシム金属錯体化合物との混合物により構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【0024】請求項6は、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層が、一般式(1)で示されるペリレン化合物と、一般式(6)：

【0025】

【化12】

物との混合物により構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【0027】本発明に係る有機EL素子に用いられるペリレン化合物は、一般式(1)で表される構造を有する化合物である。一般式(1)において、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。 X は置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基を表す。

【0028】本発明に係る有機EL素子に用いられる芳香族アミン化合物、芳香族ジアミン化合物、芳香族トリアミン化合物はそれぞれ一般式(2)、(3)、(4)で表される構造を有する化合物である。一般式(2)、(3)、(4)において、 $Ar^1 \sim Ar^6$ はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。Yは置換若しくは無置換のアリーレン基を表し、Zは3価の置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、または、置換若しくは無置換の芳香族複素環基を表す。

【0029】本発明に係る有機EL素子に用いられるオキシム金属錯体材料は、一般式(5)及び(6)で表される構造を有する化合物である。一般式(5)及び

(6)において、 $R^9 \sim R^{26}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基を表す。 L^1 は置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基を表す。 L^2 は置換若しくは無置換のアルケレン基、置換若しくは無置換のシクロアルケレン基、置換若しくは無置換の2価の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の2価の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルケレン基を表す。

n は1～3の整数であり、 m は0～2で表される整数である。 l は0又は1の整数である。 s は1～2の整数である。 M は $(n+m)$ 価又は $(s+1)$ 価の金属イオンを表す。

【0030】ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。置換若しくは無置換のアミノ基は $-NX^1X^2$ と表され、 X^1 、 X^2 としてはそれぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 s -ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ t -ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロ

イソプロピル基、2, 3-ジクロロ t -ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ t -ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード t -ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ t -ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ t -ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ t -ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニル基、3-ビフェニル基、4-ビフェニル基、 p -ターフェニル-4-イル基、 p -ターフェニル-3-イル基、 p -ターフェニル-2-イル基、 m -ターフェニル-4-イル基、 m -ターフェニル-3-イル基、 m -ターフェニル-2-イル基、 o -トリル基、 m -トリル基、 p -トリル基、 p - t -ブチルフェニル基、 p -(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニル基、4'- t -ブチル- p -ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾ

ラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾ
 フラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベン
 ゴフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-
 キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キ
 ノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-
 イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノ
 リル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-
 イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサ
 リニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル
 基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カル
 バゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナ
 ンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェ
 ナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェ
 ナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-
 フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、
 1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリ
 ジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、
 1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェ
 ナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン
 -4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル
 基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-
 フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロ
 リン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-
 イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1,
 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナ
 ンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5
 -イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、
 1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェ
 ナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン
 -10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル
 基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-
 フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロ
 リン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル
 基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-
 フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンス
 ロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-
 2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル
 基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 1
 0-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナ
 ンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3
 -イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、
 2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェ
 ナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン
 -7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル
 基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-
 フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンス
 ロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-
 イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2,
 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナ
 ンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9

-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、
 2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェ
 ナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン
 -4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル
 基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-
 フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロ
 リン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-
 イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1
 -フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-
 フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フ
 ェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェ
 ノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサ
 ザゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、
 2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3
 -フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2
 -メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-
 3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メ
 チルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-
 イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチル
 ピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル
 基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-
 フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル
 -1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、
 2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-イン
 ドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-
 ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリ
 ル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられ
 る。

【0031】置換若しくは無置換のアルキル基として
 は、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル
 基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-
 ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプ
 チル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒ
 ドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒド
 ロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、
 1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒド
 ロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシブ
 ロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-
 クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジ
 クロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、
 2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリク
 ロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル
 基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、
 1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロ
 ピル基、2, 3-ジプロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-
 トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエ
 チル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル
 基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソ
 プロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2,
 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミ

ノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ α -ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0032】置換若しくは無置換のアルケニル基としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。

【0033】置換若しくは無置換のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。置換若しくは無置換のアルコキシ基は、 $-OY^1$ で表される基であり、 Y^1 としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 s -ブチル基、イソブチル基、 α -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ α -ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ α -ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ α -ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード α -ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、

1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ α -ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0034】置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、 p -ターフェニル-4-イル基、 p -ターフェニル-3-イル基、 p -ターフェニル-2-イル基、 m -ターフェニル-4-イル基、 m -ターフェニル-3-イル基、 m -ターフェニル-2-イル基、 o -トリル基、 m -トリル基、 p -トリル基、 p - α -ブチルフェニル基、 p -(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4'- α -ブチル- p -ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

【0035】置換若しくは無置換の芳香族複素環基としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、

ル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロリン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル基、1、8-フェナンスロリン-4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6-イル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フェナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フェナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イル基、2、9-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロリン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-10-イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-フェナンスロリン-6-イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フェナンスロリン-9-イル

基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基、等が挙げられる。

【0036】置換若しくは無置換のアラルキル基としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-t-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【0037】置換若しくは無置換のアリールオキシ基は、 $-OZ^1$ と表され、 Z^1 としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル

基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフトセニル基、2-ナフトセニル基、9-ナフトセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-
 10 t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフトチル基、4-メチル-1-ナフトチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4'-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-
 20 イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-
 30 キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-
 40 フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1、7-フェナンスロリン-2-イル基、1、7-フェナンスロリン-3-イル基、1、7-フェナンスロリン-4-イル基、1、7-フェナンスロリン-5-イル基、1、7-フェナンスロリン-6-イル基、1、7-フェナンスロリン-8-イル基、1、7-フェナンスロリン-9-イル基、1、7-フェナンスロリン-10-イル基、1、8-フェナンスロリン-2-イル基、1、8-フェナンスロリン-3-イル

基、1、8-フェナンスロリン-4-イル基、1、8-フェナンスロリン-5-イル基、1、8-フェナンスロリン-6-イル基、1、8-フェナンスロリン-7-イル基、1、8-フェナンスロリン-9-イル基、1、8-フェナンスロリン-10-イル基、1、9-フェナンスロリン-2-イル基、1、9-フェナンスロリン-3-イル基、1、9-フェナンスロリン-4-イル基、1、9-フェナンスロリン-5-イル基、1、9-フェナンスロリン-6-イル基、1、9-フェナンスロリン-7-イル基、1、9-フェナンスロリン-8-イル基、1、9-フェナンスロリン-10-イル基、1、10-フェナンスロリン-2-イル基、1、10-フェナンスロリン-3-イル基、1、10-フェナンスロリン-4-イル基、1、10-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-1-イル基、2、9-フェナンスロリン-3-イル基、2、9-フェナンスロリン-4-イル基、2、9-フェナンスロリン-5-イル基、2、9-フェナンスロリン-6-イル基、2、9-フェナンスロリン-7-イル基、2、9-フェナンスロリン-8-イル基、2、9-フェナンスロリン-10-
 10 イル基、2、8-フェナンスロリン-1-イル基、2、8-フェナンスロリン-3-イル基、2、8-フェナンスロリン-4-イル基、2、8-フェナンスロリン-5-イル基、2、8-フェナンスロリン-6-イル基、2、8-フェナンスロリン-7-イル基、2、8-フェナンスロリン-9-イル基、2、8-フェナンスロリン-10-イル基、2、7-フェナンスロリン-1-イル基、2、7-フェナンスロリン-3-イル基、2、7-フェナンスロリン-4-イル基、2、7-フェナンスロリン-5-イル基、2、7-フェナンスロリン-6-
 20 イル基、2、7-フェナンスロリン-8-イル基、2、7-フェナンスロリン-9-イル基、2、7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル1

ーインドリル基、4-*t*-ブチル1-インドリル基、2-*t*-ブチル3-インドリル基、4-*t*-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

【0038】置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基は $-COOY^2$ と表され、 Y^2 としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、

2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0039】置換若しくは無置換のアリーレン基としては、置換または無置換のベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、ピレン、ビフェニル、ターフェニル等の芳香族炭化水素や縮合多環式炭化水素、さらに、置換または無置換のカルバゾール、ピロール、チオフェン、フラン、イミダゾール、ピラゾール、イソチアゾール、イソオキサゾール、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、フラザン、チアンスレン、イソベンゾフラン、フェノキサジン、インドリジン、インドール、イソインドール、1*H*-インダゾール、プリン、キノリン、イソキノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、

プテリジン、カルバゾール、 β -カルバゾリン、フェナンスリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、フェノチアジン、フェノキサジン等の複素環化合物あるいは縮合複素環化合物の水素原子を2個除いた二価の基が挙げられる。

【0040】3価の置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基としては、置換または無置換のベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、ピレン、ビフェニル、ターフェニル等の芳香族炭化水素や縮合多環式炭化水素、の水素原子を3個除いた三価の基が挙げられる。3価の置換若しくは無置換の芳香族複素環基としては、置換または無置換のカルバゾール、ピロール、チオフェン、フラン、イミダゾール、ピラゾール、イソチアゾール、イソオキサゾール、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、フラザン、チアンスレン、イソベンゾフラン、フェノキサジン、インドリジン、インドール、イソインドール、1*H*-インダゾール、プリン、キノリン、イソキノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、プテリジン、カルバゾール、 β -カルバゾリン、フェナンスリジン、アクリジン、ペリミジン、フェナントロリン、フェナジン、フェノチアジン、フェノキサジン等の複素環化合物あるいは縮合複素環化合物の水素原子を3個除いた三価の基が挙げられる。

【0041】置換若しくは無置換のアルキレン基としては、置換または無置換のメタン、エタン、プロパン、*n*-ブタン、2-メチルプロパン、*n*-ペンタン、2-メチルブタン、2, 2-ジメチルプロパン、*n*-ヘキサン、2-メチル-*n*-ペンタン、3-メチル-*n*-ペンタン、2, 2-ジメチルブタン、2, 3-ジメチルブタン等のアルカンの水素原子を2個除いた二価の基があげられる。

【0042】置換若しくは無置換のアルケニレン基としては、置換または無置換のエチレン、プロピレン、1-ブテン、2-ブテン、1, 3-ブタジエン等のアルケンの水素原子を2個除いた二価の基が挙げられる。置換若しくは無置換のシクロアルキレン基としては、置換または無置換のシクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサン等のシクロアルカンの水素原子を2個除いた二価の基が挙げられる。

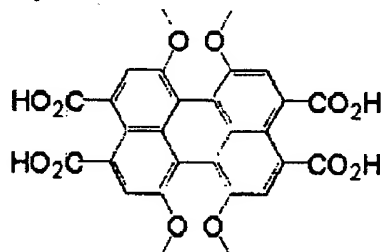
【0043】これらの多価基が有する置換基としては、前述したハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリーールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基などが挙げられる。

【0044】環を形成する2価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基、1, 3-ブタジエニル-1, 4-エン基等が挙げられる。オキシ金属錯体を形成する金属としては、アルミニウム、ベリリウム、ビスマス、カドミウム、セリウム、コバルト、銅、鉄、ガリウム、ゲルマニウム、水銀、インジウム、ランタン、マグネシウム、モリブデン、ニオブ、アンチモン、スカンジウム、スズ、タンタル、トリウム、チタニウム、ウラン、タングステン、ジルコニウム、バナジウム、亜鉛等が挙げられる。

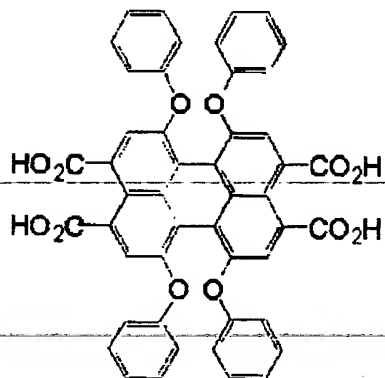
【0045】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(1)で表される化合物の例を挙げるが、一般式(1)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

【0046】

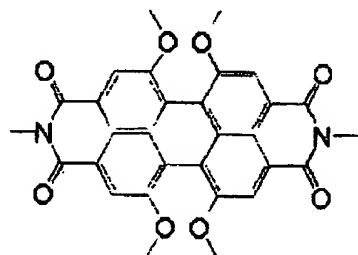
【化13】



(7)



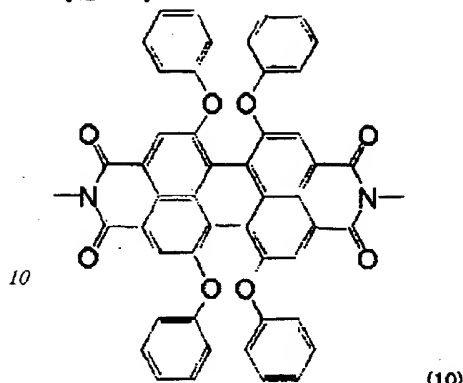
(8)



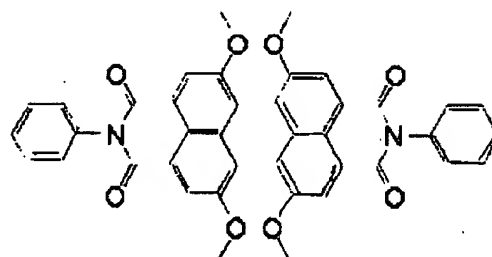
(9)

【0047】

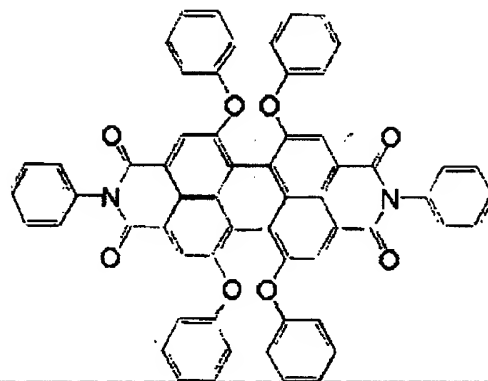
【化14】



(10)



(11)



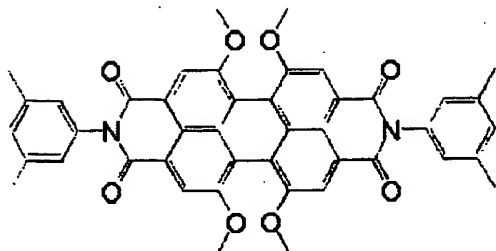
(12)

【0048】

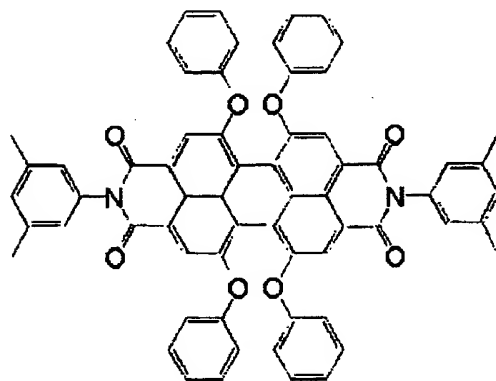
【化15】

23

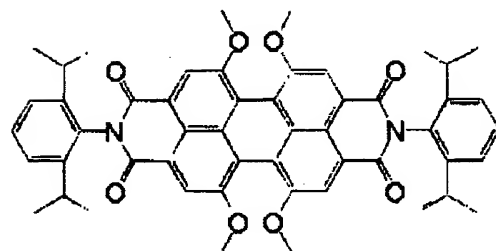
(13)



(13)



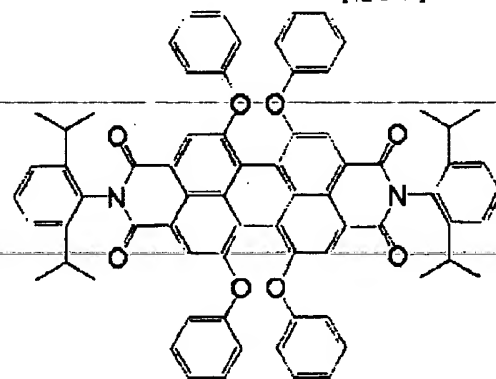
(14)



(15)

【0049】

【化16】



(16)

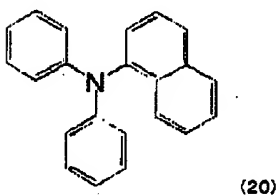
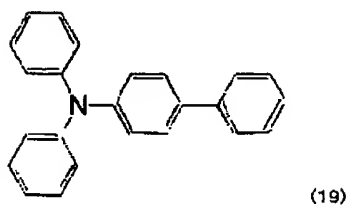
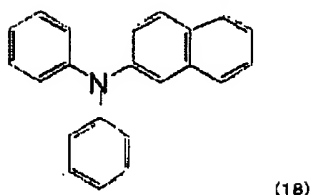
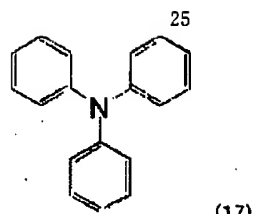
【0050】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(2)で表される化合物の例を挙げるが、一般式(2)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

【0051】

【化17】

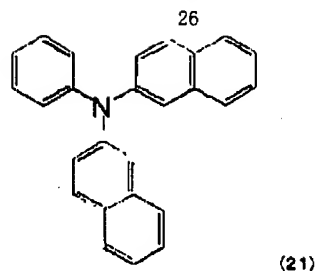
(14)

特開平 11-144870

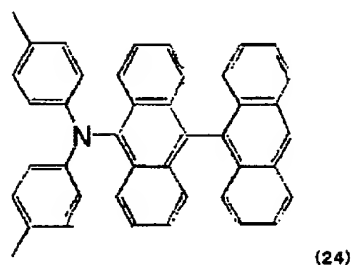
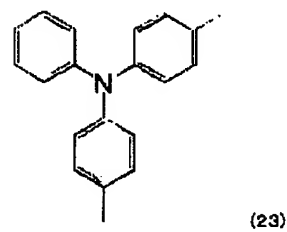
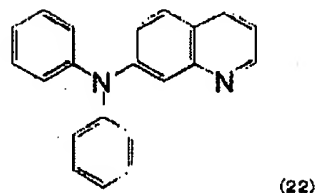


【0052】

【化18】



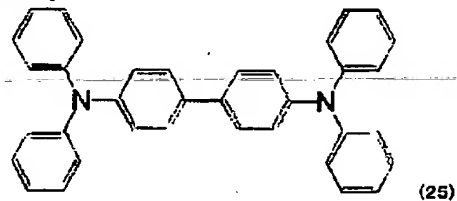
10



【0053】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(3)で表される化合物の例を挙げるが、一般式(3)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

【0054】

【化19】

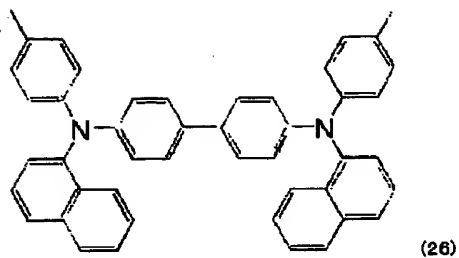


40

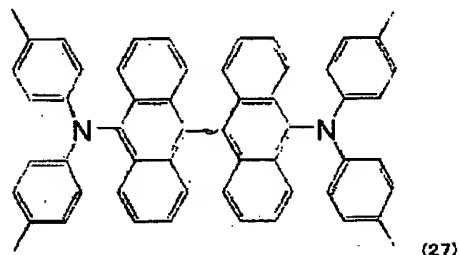
【0055】

【化20】

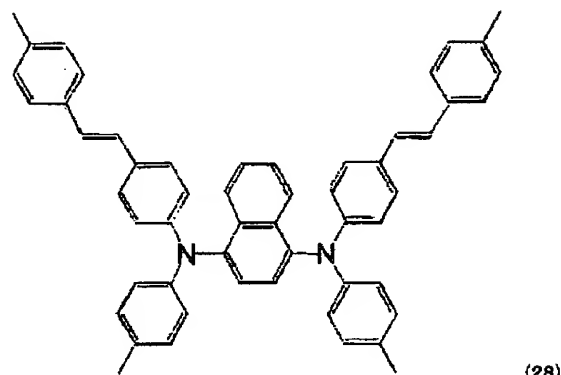
27



(26)



(27)



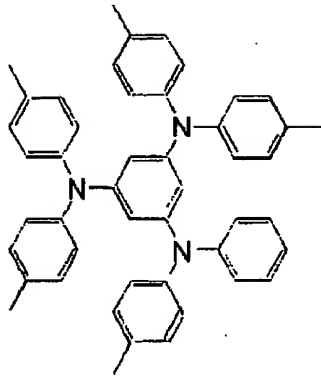
(28)

【0056】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(4)で表される化合物の例を挙げる 30
 が、一般式(4)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

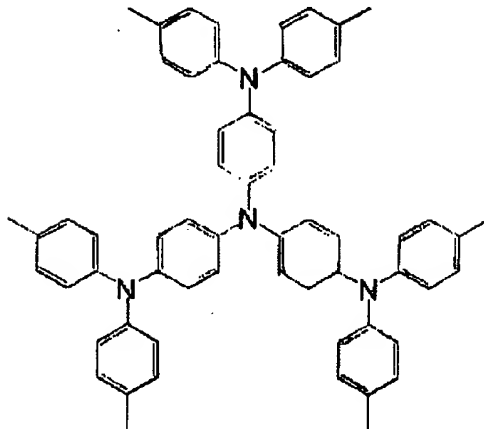
【0057】

【化21】

29



(29)

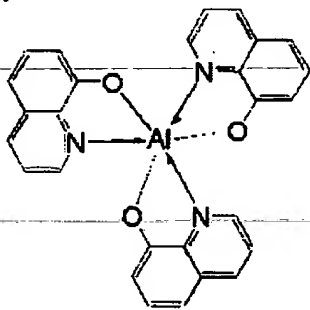


(30)

【0058】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(5)で表される化合物の例を挙げるが、一般式(5)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

【0059】

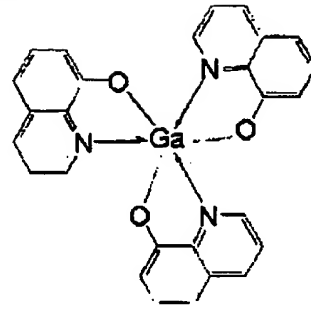
【化22】



(31)

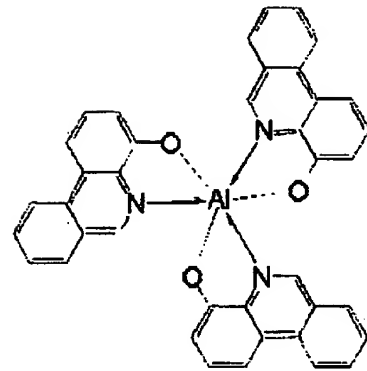
【0060】

【化23】



(32)

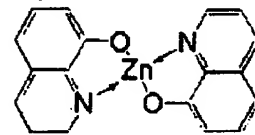
10



(33)

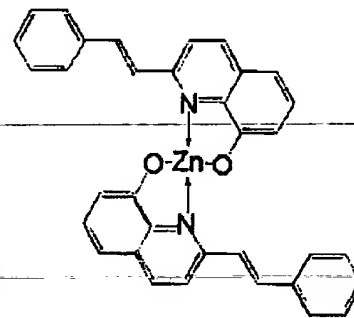
【0061】

【化24】



(34)

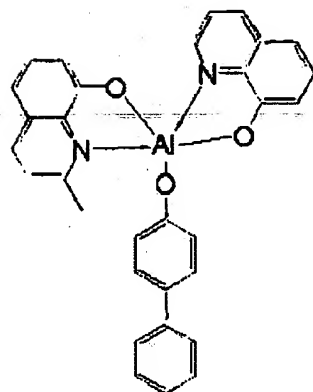
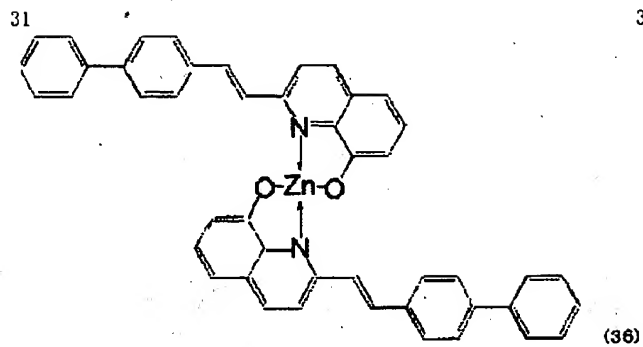
30



(35)

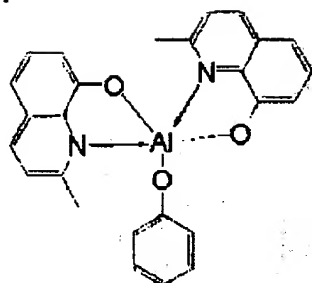
【0062】

40 【化25】



【0063】

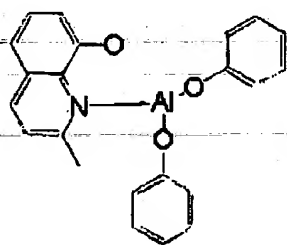
【化26】

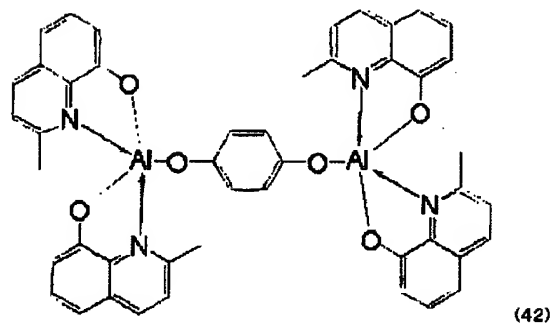
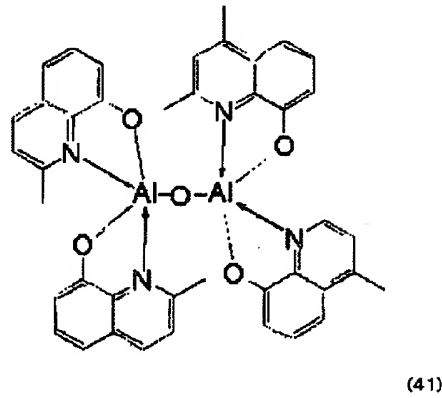
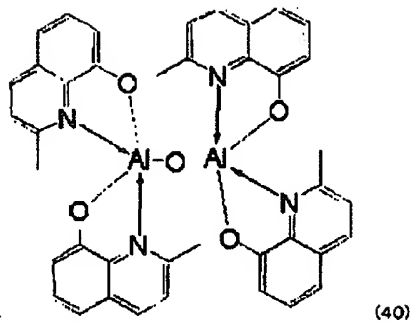


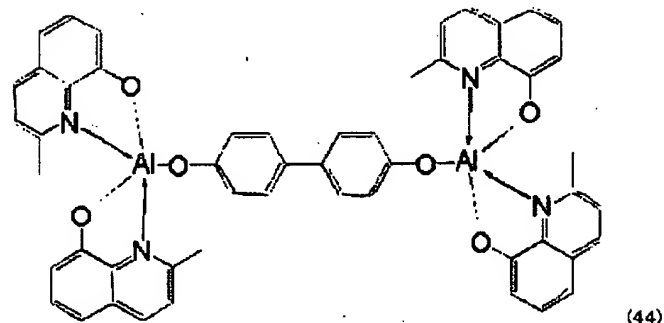
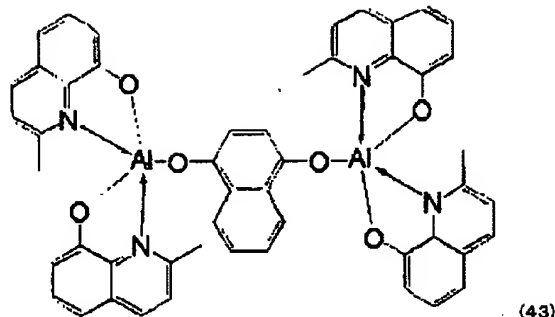
【0064】以下に、本発明に係る有機EL素子において用いる一般式(6)で表される化合物の例を挙げるが、一般式(6)で表される化合物はこれらの例に限定されるものではない。

【0065】

【化27】







【0067】本発明に係る有機EL素子は、陰極と陽極の間に有機薄膜層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、その例として、以下の4つが挙げられる。

- (1) 陽極、発光層、陰極 (図1参照)
- (2) 陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、陰極 (図2参照)
- (3) 陽極、発光層、電子輸送層、陰極 (図3参照)
- (4) 陽極、正孔輸送層、発光層、陰極 (図4参照)

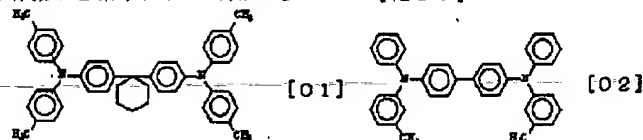
一般式(1)で表される化合物は一般式(2)～(6)で表される発光材料と混合して、上記の有機EL素子における発光層に用いられる。この際、一般式(1)で表される化合物に加えて他の正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料を共に混合することも可能である。

【0068】本発明に係る有機EL素子において用いら

れる正孔輸送材料は特に限定されず、通常、正孔輸送材料として使用されている化合物であればいかなる化合物でも使用することができる。例えば、下記の一般式[01]乃至[06]で表されるビス(ジ(p-トリル)アミノフェニル)-1,1'-シクロヘキサン[01]、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[02]、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]等や化合物(17)～(30)のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子([04]～[06])等が挙げられる。

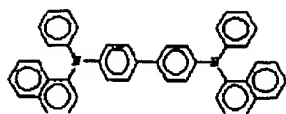
【0069】

【化29】

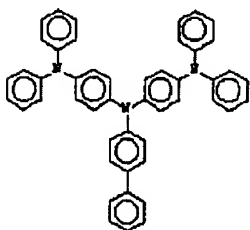


【0070】

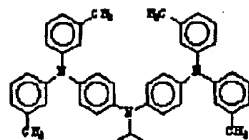
40 【化30】



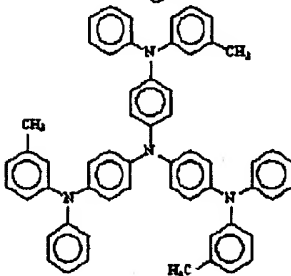
[03]



[05]



[04]



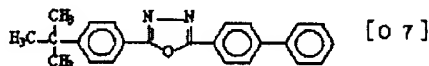
[06]

【0071】本発明に係る有機EL素子において用いられる電子輸送材料は特に限定されず、通常、電子輸送材料として使用されている化合物であればいかなる電子輸送材料でも使用することができる。例えば、下記的一般式【07】乃至【10】で表される2-(4-ビフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール【07】、ビス{2-(4-t-ブチ

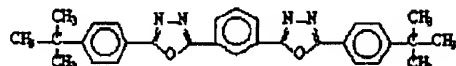
ルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール}-m-フェニレン【08】、等のオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体【09】、【10】等）が挙げられる。また、化合物(31)～(44)のオキシ金属錯体も電子輸送材料として用いることが可能である。

【0072】

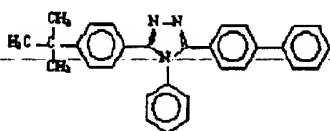
【化31】



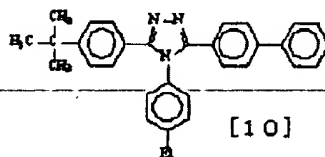
[07]



[08]



[09]



[10]

【0073】有機薄膜EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に係る有機EL素子に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等がある。また、陰極としては、電子輸送層又は発光層に電子を効果的に注入するために、仕事関数が陽極よりも小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的には、インジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等が使用できる。

【0074】本発明に係る有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピン

コーティング法等による形成方法を用いることができる。

本発明の有機EL素子に用いる前記一般式(1)で示される化合物と一般式(2)～(6)で示される発光材料を混合して含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0075】本発明に係る有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に、膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に、厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなる。このため、各有機層の膜厚は1乃至数nmから1μmの範囲が好ましい。

【0076】

【実施例】以下、本発明を実施例を参照して説明するが、本発明の要旨を変更しない限り、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(合成例1)：化合物(12) (1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリド)の合成

ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドと塩化チオニルをニトロベンゼン中で混合、攪拌し、得られた反応液からニトロベンゼンを減圧溜去した後、常法により反応液を精製し、1, 6, 7, 12-テトラクロロペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドを得た。得られた1, 6, 7, 12-テトラクロロペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドをN-メチルピロリジオン中でフェノールと炭酸カルシウムと共に80℃に加熱しながら攪拌した。反応液を水に注いだ後、トルエン、クロロホルム、酢酸エチル、エーテルで抽出し、減圧濃縮した後、常法に基づき精製し、1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリドを得た。

(合成例2)：化合物(11) (1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリド)の合成

フェノールをメタノールに代え、加熱温度を40℃にする他は、合成例1と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリドを得た。

(合成例3)：化合物(13) (1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド))の合成
ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)に代える他は、合成例2と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)を得た。

(合成例4)：化合物(14) (1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド))の合成
ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)に代える他は、合成例1と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)を得た。

(合成例5)：化合物(15) (1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(2, 6-ジイソプロピルアニリド))の合成

ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニ

リドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(2, 6-ジイソプロピルアニリド)に代える他は、合成例2と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)を得た。

(合成例6)：化合物(16) (1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(2, 6-ジイソプロピルアニリド))の合成

ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジアニリドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(2, 6-ジイソプロピルアニリド)に代える他は、合成例1と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ビス(3, 5-ジメチルアニリド)を得た。

(合成例7)：化合物(9) (1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-N, N-ジメチルイミド)の合成

ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジメチルイミドに代える他は、合成例2と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-N, N-ジメチルイミドを得た。

(合成例8)：化合物(10) (1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-N, N-ジメチルイミド)の合成

ペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジアニリドをペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジメチルイミドに代える他は、合成例1と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-ジメチルイミドを得た。

(合成例9)：化合物(7) (1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸)の合成

化合物(14)を濃塩酸及び酢酸と共に混合し、攪拌しながら、加熱した。酢酸及び水を留去したのち、常法に基づき、反応物を精製し、1, 6, 7, 12-テトラメトキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸を得た。

(合成例10)：化合物(8) (1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸)の合成

化合物(14)の代わりに、化合物(13)を用いる他は合成例7と同様の手法により、1, 6, 7, 12-テトラフェノキシペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸を得た。

【0077】以下、一般式(1)で示される化合物と一

般式(2)~(6)で示される発光材料との混合物を発光層に用いた例(実施例1~29)、一般式(1)で示される化合物と一般式(2)~(6)で示される発光材料との混合物と、電子輸送材料とからなる混合薄膜を発光層に用いた例(実施例30~34)、一般式(1)で示される化合物と一般式(2)~(6)で示される発光材料との混合物と、正孔輸送材料とからなる混合薄膜を発光層に用いた例(実施例35~39)を示す。

(実施例1) 実施例1に係る有機EL素子の断面構造を図1に示す。本実施例に係る有機EL素子は、ガラス基板1と、ガラス基板1上に形成された陽極2及び陰極6と、陽極2と陰極6との間に挟み込まれた発光層4とからなる。

【0078】以下、実施例1に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。まず、ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に発光層4として、化合物(12)と化合物(17)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成した。次に、陰極6としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法にて200nm形成し、有機EL素子を作製した。

【0079】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $50\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例2) 発光層4として、化合物(12)と化合物(24)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0080】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $50\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例3) 発光層4として、化合物(13)と化合物(26)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0081】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $60\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例4) 発光層4として、化合物(16)と化合物(24)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0082】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $60\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例5) 発光層4として、化合物(16)と化合物(28)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0083】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に

直流電圧を5V印加したところ、 $70\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例6) 発光層4として、化合物(16)と化合物(31)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0084】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $50\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例7) 発光層4として、化合物(16)と化合物(33)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0085】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $60\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例8) 発光層4として、化合物(16)と化合物(40)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0086】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $50\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例9) 実施例9に係る有機EL素子の断面構造は実施例1(図1参照)に係る有機EL素子の断面構造と同一である。以下、実施例9に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。

【0087】ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に化合物(7)と化合物(25)の重量比1:10の混合物のクロロホルム溶液を用いたスピコート法により40nmの発光層4を形成した。

次に、陰極6としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法により200nm形成し、有機EL素子を作製した。

【0088】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $30\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例10) 発光層4として、化合物(8)と化合物(25)の重量比1:10の混合物のクロロホルム溶液を用いたスピコート法により40nmの発光層を形成する以外は、実施例9と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0089】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を5V印加したところ、 $40\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例11) 実施例11に係る有機EL素子の断面構造を図2に示す。本実施例に係る有機EL素子は、ガラス基板1と、ガラス基板1上に形成された陽極2及び陰極6と、陽極2と陰極6との間に挟み込まれた正孔輸送層3、発光層4及び電子輸送層5とからなる。

【0090】以下、実施例11に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。まず、ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に正孔輸送層3として、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン【02】を真空蒸着法にて50nm形成した。次に、発光層4として、化合物(9)と化合物(18)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を40nm形成した。次に、電子輸送層5として2-(4-ビフェニリル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール【07】を真空蒸着法にて20nm形成した。次に、陰極6としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法によって200nm形成し、有機EL素子を作製した。

【0091】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $500\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例12) 発光層4として、化合物(10)と化合物(19)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0092】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $600\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例13) 発光層4として、化合物(11)と化合物(22)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0093】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $500\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例14) 発光層4として、化合物(12)と化合物(24)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0094】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $700\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例15) 発光層4として、化合物(12)と化合物(26)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0095】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $650\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例16) 発光層4として、化合物(12)と化合物(27)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0096】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $760\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例17) 発光層4として、化合物(13)と化合物(28)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0097】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $680\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例18) 発光層4として、化合物(16)と化合物(24)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0098】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $900\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例19) 発光層4として、化合物(16)と化合物(26)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0099】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1060\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例20) 発光層4として、化合物(16)と化合物(28)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0100】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例21) 発光層4として、化合物(16)と化合物(29)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0101】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1100\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例22) 発光層4として、化合物(16)と化合物(33)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0102】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1100\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

(実施例23) 発光層4として、化合物(16)と化合物(35)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0103】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に

直流電圧を10V印加したところ、 1050cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例24) 発光層4として、化合物(16)と化合物(37)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0104】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1300cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例25) 発光層4として、化合物(16)と化合物(40)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0105】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1100cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例26) 発光層4として、化合物(16)と化合物(43)を1:10の重量比で共蒸着して作製する以外は、実施例11と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0106】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1300cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例27) 正孔輸送層3としてN, N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン[03]を、電子輸送層5としてビス{2-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール}-m-フェニレン[08]を用いる以外は、実施例19と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0107】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1100cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例28) 正孔輸送層3としてスターバースト型分子[04]を、電子輸送層5としてトリアゾール誘導体[09]を用いる以外は、実施例19と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0108】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1400cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例29) 正孔輸送層3としてスターバースト型分子[05]を、電子輸送層5としてトリアゾール誘導体[10]を用いる以外は、実施例19と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0109】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 1500cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例30) 実施例30に係る有機EL素子の断面構造を図3に示す。本実施例に係る有機EL素子は、ガラス基板1と、ガラス基板1上に形成された陽極2及び陰

極6と、陽極2と陰極6との間に挟み込まれた発光層4及び電子輸送層5とからなる。

【0110】以下、実施例30に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。まず、ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に発光層4としてN, N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン[03]と化合物(16)と化合物(26)を1:

1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成した。次いで、電子輸送層5としてトリアゾール誘導体[09]を真空蒸着法にて50nm形成した。次に、陰極6としてマグネシウム-銀合金を200nm形成し、EL素子を作製した。

【0111】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 700cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例31) 化合物(26)の代わりに化合物(30)を用いる以外は、実施例30と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0112】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 850cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例32) 発光層4として化合物(16)と化合物(25)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を50nm形成する以外は、実施例30と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0113】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 910cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例33) 化合物(25)の代わりに化合物(29)を用いる以外は、実施例32と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0114】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 980cd/m^2 の赤色発光が得られた。

(実施例34) 実施例34に係る有機EL素子の断面構造は実施例30(図3参照)に係る有機EL素子の断面構造と同一である。以下、実施例34に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。

【0115】ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上にN, N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン[03]と化合物(8)と化合物(25)をモル比で1:1:10の割合で含有するクロロホルム溶液を用いたスピンコート法により40nmの発光層4を形成した。次に、トリアゾール誘導体[10]を真空蒸着法により50nmの電子輸送層5を形成し、その上に陰極6としてマグネシウム-銀合金を真空

蒸着法により200nm形成し、有機EL素子を作製した。

【0116】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $480\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

（実施例35）実施例35に係る有機EL素子の断面構造を図4に示す。本実施例に係る有機EL素子は、ガラス基板1と、ガラス基板1上に形成された陽極2及び陰極6と、陽極2と陰極6との間に挟み込まれた正孔輸送層3及び発光層4とからなる。

【0117】以下、実施例35に係る有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。まず、ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極2とした。その上に正孔輸送層3としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]を真空蒸着法にて50nm形成した。次に、発光層4として化合物(16)と化合物(31)とを1:10の重量比で真空共蒸着した膜を50nm形成した。次に、陰極6としてマグネシウム-銀合金を200nm形成し、EL素子を作製した。

【0118】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $890\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

（実施例36）化合物(31)の代わりに化合物(32)を用いる以外は、実施例35と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0119】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

（実施例37）化合物(31)の代わりに化合物(39)を用いる以外は、実施例35と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0120】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $1010\text{cd}/\text{m}^2$

の赤色発光が得られた。

（実施例38）化合物(31)の代わりに化合物(44)を用いる以外は、実施例35と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0121】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $970\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

（実施例39）発光層4として、[11]と化合物(16)と化合物(37)を2:1:10の重量比で真空共蒸着した50nmの膜を作製する以外は、実施例35と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。

【0122】この有機EL素子の陽極2と陰極6の間に直流電圧を10V印加したところ、 $940\text{cd}/\text{m}^2$ の赤色発光が得られた。

【0123】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る有機EL素子は一般式(1)で示される化合物を有機薄膜の構成材料とすることにより、従来の有機EL素子に比べて高輝度な赤色発光が得ることができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る有機EL素子の断面図である。

【図2】本発明の実施例11に係る有機EL素子の断面図である。

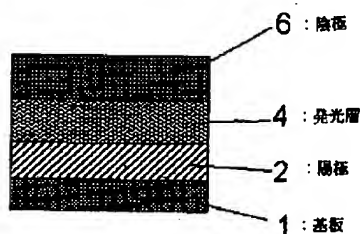
【図3】本発明の実施例30に係る有機EL素子の断面図である。

【図4】本発明の実施例35に係る有機EL素子の断面図である。

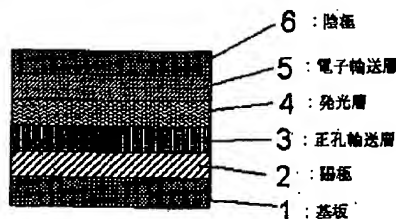
【符号の説明】

- 30 1 基板
2 陽極
3 正孔輸送層
4 発光層
5 電子輸送層
6 陰極

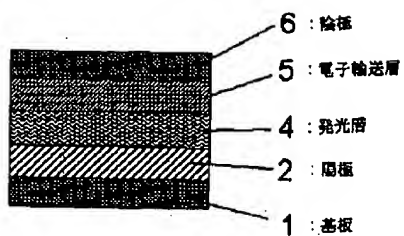
【図1】



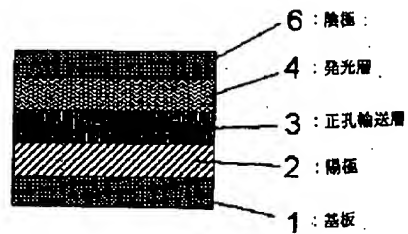
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 泰三
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
